

ВЛИЯНИЕ ЩЕЛОЧНЫХ ДОБАВОК НА ЦВЕТКОНТРАСТНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ВИЗУАЛИЗАТОРОВ ИОНИЗИРУЮЩИХ ИЗЛУЧЕНИЙ НА ОСНОВЕ МНОГОКОМПОНЕНТНЫХ РАСТВОРОВ КРАСИТЕЛЕЙ

В.И. Попечич

Научно-исследовательское учреждение "Институт прикладных физических проблем
им. А.Н.Севченко" Белорусского государственного университета,
ул. Курчатова, 7, Минск, 220045, Беларусь, *parachyts@bsu.by*

Исследовано влияние щелочных добавок на спектральные и цветоконтрастные характеристики трехкомпонентных водных растворов органических красителей, используемых в качестве визуализаторов ионизирующих излучений. Показано, что щелочные добавки позволяют уменьшить время облучения растворов красителей для регистрации определенной радиационной дозы и улучшить цветоконтрастные характеристики последних.

Введение

Жидкие и твердые растворы органических красителей являются удобными модельными объектами для радиационных исследований с помощью оптико-спектральных методов, так как обладают интенсивными полосами поглощения в видимой области спектра [1, 2].

Оптико-спектральные свойства растворов красителей зависят как от химической структуры молекул красителей, так и от физико-химических параметров растворителей. На оптико-спектральные свойства растворов красителей влияет температура (термодеструкция), воздействие света (фотодеструкция), воздействие рентгеновских и гамма-квантов (радиационная деструкция), наличие в растворах активных примесей (химическая деструкция) и другие факторы [3, 4].

При воздействии рентгеновского и гамма-излучения на растворы красителей происходит их необратимое обесцвечивание, вызванное взаимодействием молекул красителей с кислородсодержащими радикалами и ион-радикалами, образующимися в результате радиолиза растворителей [5, 6]. Многокомпонентные растворы красителей (содержащие несколько красителей, поглощающих свет в различных областях видимого спектра) при воздействии рентгеновского и гамма-излучения могут изменять цвет, что позволяет визуально определить величину радиационной дозы, используя предварительно построенную цветовую градуировочную шкалу [7, 8].

Основная часть

В настоящей работе исследовано влияние щелочной добавки (на примере гидроксида калия – КОН) на спектральные и цветоконтрастные характеристики визуализаторов ионизирующих излучений на основе трехкомпонентных растворов органических красителей (в качестве растворителя использовалась дистиллированная вода, в которой растворялись два красителя, поглощающие свет в коротковолновой и длинноволновой области видимого спектра, соответственно).

Предварительно была исследована химическая стойкость двухкомпонентных водных растворов красителей, перспективных для использования в качестве компонентов визуализаторов ионизирующих излучений. Концентрация раство-

ров красителей составляла $3.5 \cdot 10^{-5}$ моль/л. К 15 мл водного раствора красителя данной концентрации добавлялось 3 мл водного раствора КОН концентрации $2.5 \cdot 10^{-2}$ моль/л. Спектры поглощения растворов красителей, содержащие щелочную добавку, записывались через определенные промежутки времени на спектрофотометре РВ 1251 "Solar". Чтобы исключить фотохимическую деструкцию красителей, растворы хранились в полной темноте, при комнатной температуре. На рис. 1 в качестве примера приведены зависимости интенсивности максимумов спектров поглощения водных растворов некоторых красителей от времени хранения, из которого видно, что по химической стойкости к щелочным добавкам красители можно условно разделить на три группы: относительно стойкие (концентрация исходного красителя со временем уменьшается незначительно (кривые 1, 2), среднестойкие (кривая 3), нестойкие (кривые 4 - 6). Для приготовления визуализаторов ионизирующих излучений на основе многокомпонентных растворов красителей, активированных щелочными добавками, следует использовать первую группу красителей.

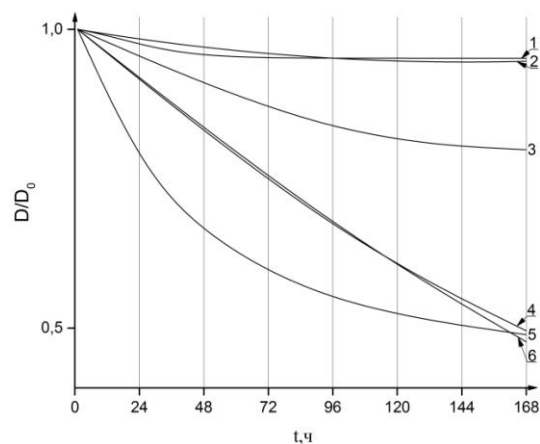


Рис. 1. Зависимость нормированной интенсивности поглощения в максимуме длинноволновой полосы водного раствора кислотного желтого светопрочного (1), метилового оранжевого (2), акридинового желтого (3), кислотного ярко-голубого (4), метиленового голубого (5), фуксина основного (6) с добавлением гидроксида калия от времени хранения.

Для исследования влияния щелочных добавок на спектральные и цветоконтрастные характеристики облученных растворов были приготовлены трехкомпонентные водные растворы красителей. Смешивались 10 мл водного раствора красителя, поглощающего в длинноволновой области видимого спектра (концентрация $3,5 \cdot 10^{-5}$ моль/л), и 10 мл водного раствора красителя, поглощающего в коротковолновой области, такой же концентрации. В полученный трехкомпонентный раствор добавлялись 4 мл воды или 4 мл водного раствора КОН концентрации $2,5 \cdot 10^{-2}$ моль/л, соответственно. Облучение трехкомпонентных растворов, содержащих и не содержащих щелочную добавку, проводилось в пластиковых кюветах на рентгеновской установке «Дрон- 2М», при мощности тока, проходящего через рентгеновскую трубку, 200 Вт (напряжение – 20 кВ, ток – 10 мА) в течение 15 минут. Затем на спектрофотометре РВ 1251 "Solar" записывались спектры поглощения облученных растворов. В качестве примера на рис. 2 представлены спектры поглощения одного облученного трехкомпонентного раствора, содержащего и не содержащего щелочные добавки.

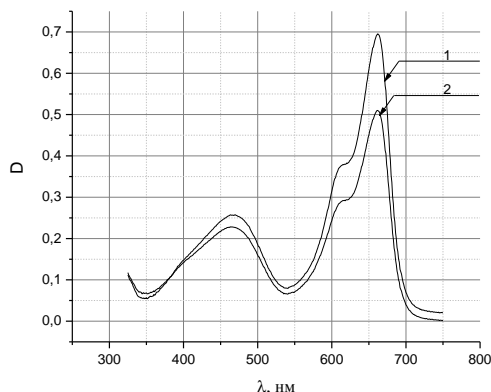


Рис. 2. Спектры поглощения трехкомпонентного раствора Метиленового голубого и Метилового оранжевого после облучения рентгеном в воде (1), с добавлением КОН (2).

Заключение

Полученные экспериментальные данные позволили сделать вывод о том, что скорость необ-

ратимой радиационной деструкции красителей в водных растворах возрастает при добавлении в растворы щелочи. Причем это возрастание скорости радиационной деструкции зависит от химической природы красителя, т.е. разное для каждого красителя. Следовательно, подбором красителей и добавлением в растворы щелочи можно улучшить цветоконтрастные характеристики облученных растворов, что важно при применении трехкомпонентных растворов красителей в качестве детекторов радиационной дозы, в частности при проведении неразрушающего радиационного контроля материалов и изделий.

Список литературы

1. Степанов Б.И. Введение в химию и технологию органических красителей. М., 1977.
2. Зайдель А.Н., Островская Г.В., Островский Ю.И. Техника и практика спектроскопии. М., 1976.
3. Левшин Л.В., Салеецкий А.М. Оптические методы исследования молекулярных систем: в 2 ч. – Ч. 1: Молекулярная спектроскопия. М., 1994.
4. Попечиц В. И. Спектроскопическое исследование радиационной устойчивости растворов красителей // Спектроскопия и люминесценция молекулярных систем / БГУ, НАН Беларуси; под ред. Е.С. Воропая, К.Н. Соловьева, Д.С. Умрейко. Минск: БГУ, 2002. С. 275 – 286.
5. Попечиц В.И. Спектрально-люминесцентные характеристики гамма-облученных растворов трикарбоцианиновых красителей // Вестник БГУ. Сер. 1. 2002. № 3. С. 33 – 37.
6. Попечиц В.И. Влияние гамма-облучения на спектры поглощения растворов кислотных красителей // Журнал прикладной спектроскопии. 2003. Т. 70. № 1. С. 34 – 37.
7. Попечиц В.И. Применение многокомпонентных растворов красителей для неразрушающего радиационного контроля материалов и изделий // Взаимодействие излучений с твердым телом: Материалы 9-й Междунар. конф. (Минск, 20-22 сент. 2011). Минск, 2011. С. 444 – 445.
8. Попечиц В.И. Визуализаторы ионизирующего излучения на основе многокомпонентных растворов красителей // Проблемы инженерно-педагогического образования в Республике Беларусь: Материалы VI Междунар. науч.-практ. конф. в 2 ч. (Минск, 29-30 нояб. 2012). Минск, 2012. Ч. 2. С. 128 – 133.

INFLUENCE OF ALKALINE ADDITIVES ON COLORCONTRAST CHARACTERISTICS VISUALIZERS OF IONIZING RADIATION ON THE BASIS MULTICOMPONENT SOLUTIONS OF DYES

V.I. Popechits

A.N. Sevchenko Institute of Applied Physical Problems of Belarusian State University,
Kurchatov st., 7, Minsk, 220045, Belarus, papechits@bsu.by

Influence of alkaline additives on spectral and colorcontrast characteristics of three-component water solutions of the organic dyes used as visualizers of ionizing radiation is investigated. It is shown that alkaline additives allow to reduce time of radiation of solutions of dyes for registration of a certain radiation dose and to improve colorcontrast characteristics of the last.